

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ПЕРЕКРЫТИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ МКЮ4У.56

УДК 622.285:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Насриддинов М.А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

(Подпись) (Дата) Д. П. Ильященко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Насриддинову Мухибулло Абдулохоновичу

Тема работы:

Проектирование участка сборки-сварки перекрытия механизированной крепи МКЮ4У.56		
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2020 г.	№ 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	1. Обзор и анализ литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Разработка технологического процесса. 4. Конструкторский раздел. 5. Проектирование участка сборки-сварки. 6. Финансовый менеджмент. 7. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.МКЮ.4У.56.056.00.000 СБ Перекрытие 2 листа (А1). 2. ФЮРА.000001.056.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.056 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.056 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.056 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.056 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.056 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 8. Технологическая схема сборки и сварки изделия
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент	Лизунков В.Г.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Насриддинов М.А.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2020	Обзор литературы	20
17.02.2020	Объекты и методы исследования	20
17.03.2020	Расчеты и аналитика	20
17.04.2020	Финансовый менеджмент	20
20.05.2020	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Насриддинову Мухибулло Абдулохоновичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	1431182 руб 304645,19 руб 4450912,21 руб
2. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР	
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР; расчет вложений в основные и оборотные фонды	
3. Определение капитальных вложений	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Насриддинов М.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Насриддинову Мухибулло Абдулохоновичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки перекрытия на предмет возникновения:

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);
- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Насриддинов М.А.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 90 с, 3 рисунка, 22 таблицы, 37 источников, 3 приложения, 9 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки перекрытия механизированной крепи МКЮ4У.56.

Цели и задачи исследования (работы). Целью данной работы является разработка и проектирование эффективного производства, с применением современного оборудования, использованием более совершенной технологии и достижение высокой степени механизации производства для перекрытия механизированной крепи МКЮ4У.56.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, нормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоды предлагаемого технологического процесса.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и

КОМПАС–3D V16 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 90 p., 3 drawings, 22 tables, 37 sources, 3 applications, 9 p. graphic material.

Key words: fusion welding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, productivity, site plan, fixture, industrial safety, cost.

The object of research is the manufacturing process of overlapping mechanized roof support MKYu4U.56.

The goals and objectives of the study (work). The aim of this work is the development and design of efficient production, using modern equipment, using more advanced technology and achieving a high degree of production mechanization to cover the mechanized roof support MKYu4U.56

In the course of work calculated modes Sarki, picked up welding equipment, are normalized Assembly-welding operations. Calculated economic effect from the innovation that allows to judge about the profitability of the proposed process.

The WRC implemented a text editor Microsoft Word 2016 and KOMPAS-3D V16 and is represented on the disk (in an envelope on the back cover).

Содержание

Введение	16
1. Обзор литературы	18
1.1 Особенности зажигания и горения дуги при сварке в углекислом газе	18
2 Объект и методы исследования	20
2.1 Описание сварной конструкции	20
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	20
2.2.1 Сборка конструкций под сварку	20
2.2.2 Подготовка к сварке	22
2.2.3 Сварка	22
2.2.4 После сварки	23
2.3 Методы проектирования	24
2.4 Постановка задачи	24
3 Разработка технологического процесса	26
3.1 Анализ исходных данных	26
3.1.1 Основные материалы	26
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	29
3.1.3 Выбор вспомогательных материалов	29
3.2 Расчет технологических режимов	31
3.3 Выбор основного оборудования	34
3.4 Выбор оснастки	35
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	36
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	38
3.7 Разработка технической документации	41
3.8 Техническое нормирование операций	46
3.9 Материальное нормирование	49
3.9.1 Расход металла	49
3.9.2 Расход сварочной проволоки	49
	12

3.9.3 Расход защитного газа	49
3.9.4 Расход электроэнергии	50
4 Конструкторский раздел	51
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	51
5 Проектирование участка сборки-сварки	52
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	52
5.2 Расчет основных элементов производства	53
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	53
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	54
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	55
5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха	55
5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	57
6 Финансовый менеджмент	58
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	58
6.2 Экономический анализ техпроцесса	58
6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	59
6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	60
6.2.3 Определение затрат на основные материалы	61
6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы	62
6.2.5 Определение затрат на заработную плату	63
6.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	63
6.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала	64
6.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию	65
6.2.9 Определение затрат на сжатый воздух	65
6.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования	66
6.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособлений	66
6.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования	67
	13

6.2.13	Определение затрат на содержание помещения	68
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	68
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	69
7	Социальная ответственность	71
7.1	Описание рабочего места	71
7.2.	Законодательные и нормативные документы	72
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	74
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	80
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	81
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	83
7.5	Охрана окружающей среды	84
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	85
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
	Заключение	87
	Список использованных источников	88

Приложение А (Спецификация Перекрытие)

Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)

Приложение В (Технологический процесс)

Дискета CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах

ФЮРА.0МКЮ.4У.056.00.000 СБ Перекрытие. Сборочный чертеж Формат 2-А1

ФЮРА.000001.056.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат А1
---	-----------

ФЮРА.000002.056 ЛП План участка	Формат А1
---------------------------------	-----------

ФЮРА.000003.056 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1
---	-----------

ФЮРА.000004.056 ЛП Схема вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.056 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.056 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

Введение

Уже в середине 20-ого века, сварка стала одним из основных способов соединения металлов. Известно более 40 видов сварки, применяемой для соединения деталей, к ним относятся: ручная дуговая сварка; сварка в инертных активных газах; сварка под флюсом; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

Сварка нашла широкое применение в производстве, она позволила резко снизить расход металла, сократить сроки выполнения работ и уменьшить трудоёмкость производственных процессов.

Основными достоинствами сварки в защитных газах являются следующие факторы:

- хорошая защита сварки от воздействия кислорода и азота воздуха;
- высокие механические свойства сварного шва;
- высокая производительность процесса сварки.
- отсутствие необходимости применения флюсов и последующей очистки шва от шлака;
- возможность наблюдения за процессом формирования шва;
- малая зона термического влияния;
- возможность полной механизации и автоматизации процесса сварки.

Механизация и автоматизация сварочного производства важнейшее средство повышения производительности труда, повышения качества сварного изделия, улучшений условий труда.

В представляемой выпускной квалификационной работе выполняется проектирование участка сборки и сварки перекрытия. В следствии чего необходимо получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

В настоящее время в сварочном производстве ведущее значение имеет

снижение себестоимости изделия и увеличение производительности труда. Это гарантирует качественно лучшее применение рабочей силы в производственном процессе и повышает конкурентоспособность изделия на потребительском рынке, и это важнейшая задача в современной экономической политике России.

1. Обзор литературы

1.1 Особенности зажигания и горения дуги при сварке в углекислом газе

Ответственным этапом любого технологического процесса механизированной сварки в среде защитных газов является зажигание сварочной дуги и установление стабильного процесса сварки. Зажигание дуги при механизированной сварке в защитных газах проволоками диаметром 0,8-2,5 мм происходит после нескольких соприкосновений электрода с изделием. Перед началом зажигания необходимо контролировать вылет электрода из горелки, он не должен превышать 40-45 мм. Большой вылет электрода при зажигании дуги может привести к плохому формированию начала шва и появлению в нем пор. Неоднократные соприкосновения электрода с изделием приводят к ухудшению качества начальных участков шва и к значительному увеличению вспомогательного времени, сварочных материалов и электроэнергии.

Согласно ГОСТ 25616—83, возбуждение дуги допускается после трех соприкосновений электрода с изделием. Способ бесконтактного зажигания дуги имеет недостатки: диаметр застывшей капли на конце вылета электродной проволоки не должен превышать полутора-двух диаметров электрода, надежность зажигания зависит от угла подхода электрода к поверхности изделия, с увеличением диаметра проволоки и скорости ее подачи зажигание ухудшается. Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов[1].

Известно, что при расплавлении электродного металла он не весь переходит в шов: его часть в виде брызг вылетает из зоны сварки и образует потери на разбрызгивание. Потери уменьшают производительность процесса сварки, увеличивают расход электродов, электроэнергии и требуют дополнительного времени и сил на очистку изделий от брызг. Поэтому разбрызгивание непосредственно связано с переносом электродного металла —

важным этапом получения высококачественного сварного соединения при сварке плавящимся электродом в CO_2 . Существуют различные способы снижения разбрызгивания, а именно: контролируемый перенос электродного металла, создание особых систем, которые обеспечивают кратковременное понижение мощностей взрыва жидкой перемишки между каплей и электродом в начальный период горения дуги в последствии короткого замыкания, применение смесей газов, процессы окисления поверхностей брызг защитными газами. Разбрызгивание непосредственно связано с величиной капель электродного металла, переносимых сварочную ванну, следовательно, для уменьшения разбрызгивания при сварке в активных газах нужно снижать их объем.

Совершенствование процессов механизированной дуговой сварки плавящимся электродом — актуальная задача, нацеленная на снижение потерь электродного металла, совершенствование формы сварного соединения, повышение качества металла шва и ОШЗ, включая их служебные характеристики (механические свойства, плотность металла шва и др.). Последние годы наибольшее значение приобретают экономические аспекты данной проблемы.

Механизированная сварка в среде защитных газов (смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$) является одним из ведущих технологических процессов соединения различных металлов. Достоинства процесса сварки в газовых смесях на основе аргона проявляется в том, что наличие аргона способствует к значительному снижению разбрызгивания и приводит к струйному и управляемому процессу переноса электродного металла. Эти изменения сварочной дуги — действенный способ управления ее технологическими характеристиками: производительности, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла.

Основываясь на приведенных выше статьях, выбирается механизированная сварка в смеси газов ($\text{Ar} + \text{CO}_2$).

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие, перекрытие МКЮ.4У, является одной из основных частей крепи МКЮ.4У. Крепь механизированная МКЮ.4У поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.0МКЮ.4У.056.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 2341 мм × 1460 мм × 570 мм.

Масса, кг: 2410 кг.

Перекрытие подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации. Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

2.2.1 Сборка конструкций под сварку

В процессе сборки необходимо выдерживать геометрические размеры конструкций, расположение групп отверстий, зазоры между торцами деталей и совмещение их плоскостей в местах соединений, подлежащих сварке, центрирование стержней в узлах решетчатых конструкций, плотность

примыкания деталей друг к другу в местах передачи усилий путем плотного касания.

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации.

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771 [2].

Закрепление деталей при сборке следует осуществлять прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;
- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СНиП II-23-81*;
- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками - не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали - не менее двух;
- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;
- прихватки выполняют рабочие, имеющие право доступа к сварочным работам;
- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.

Перед подачей конструкции на сварку следует произвести контроль качества сборки и при необходимости исправить имеющиеся дефекты.

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц [2].

2.2.2 Подготовка к сварке

Сварку стальных конструкций следует осуществлять по разработанному на предприятии технологическому процессу, оформленному в виде типовых или специальных технологических инструкций, карт и т.п., в которых должны учитываться особенности и состояние производства.

Сварку конструкций следует выполнять только после проверки правильности сборки конструкций производственным или контрольным мастером.

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка должна быть повторена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями [2].

2.2.3 Сварка

Сварку следует производить, как правило, в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва (нижнее, "в лодочку"). При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать несплавления шва со свариваемыми кромками.

Выполнение каждого валика многослойного шва допускается производить после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и брызг металла. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва [2].

2.2.4 После сварки

Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов.

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки.

Контроль качества сварных соединений должен проводиться в рамках системы управления качеством продукции, разработанной на предприятии, в которой установлены области ответственности и порядок взаимодействия технических служб и линейного персонала.

Контроль качества содержит две последовательно осуществляемые группы мероприятий: операционный контроль, приемочный контроль.

Операционный контроль проводится по всем этапам подготовки и выполнения сварочных работ, основные положения которых изложены в настоящем документе, а именно: подготовка и использование сварочных

материалов, подготовка кромок под сварку, сборка, технология сварки, надзор за наличием и сроками действия удостоверений сварщиков на право выполнения сварочных работ и соответствием выполняемых работ присвоенной квалификации.

Контроль должен производиться до окрашивания конструкций [2].

2.3 Методы проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Обзор литературы — это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме исследования технологии и функции сварочных источников питания.

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки основания, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии изготовления перекрытия и проектирование участка сборки-сварки перекрытия механизированной крепи МКЮ4У.56.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать режимы сварки, необходимое количество оборудования и численность рабочих.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Перекрытие – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литья, которая изготовлена из следующих марок сталей 10ХСНД, 12ДН2ФЛ, 14ХГ2САФД.

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10ХСНД (ГОСТ 19281-89), % [3]

Si	Mn	Cr	Ni	Cu	C	S	P	As	N
0,80-1,10	0,50-0,80	0,60-0,90	0,50-0,80	0,04-0,60	Не более				
					0,12	0,040	0,035	0,08	0,012

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [3]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	КСУ ₄₀ МДж/м ²
510	390	19	44

Химический состав и механические свойства стали 12НГ2ФЛ приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 12ДН2ФЛ (ГОСТ 977-88), % [3]

C	Si	Mn	Ni	V	Cu	S	P
0,08-0,16	0,2-0,4	0,4-0,9	1,8-2,2	0,08-0,15	1,2-1,5	Не более	
						0,035	0,035

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 12ДН2ФЛ [3]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ ₄₀ МДж/м ²
540	638	12	20	0,294

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в % [3]

C	Mn	Si	Cu	Cr	N	Ni	V	P	S
0,08-0,14	0,11-0,17	1,2-1,6	0,9	<0,05	0,9	<0,8	0,2	Не более	
								0,035	0,04

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [3]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
390	530	19	0,5

Основным критерием при выборе материала является свариваемость основного материала. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [4].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле:

$$C_{\text{экв}} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла[4].

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + (0,5/6) + (0,8/24) + (0,5/10) + (0,6/5) = 0,29 \, \%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 12ДН2ФЛ:

$$C_{\text{экв}} = 0,08 + (0,4/6) + (0,2/24) + (1,8/10) + (0,08/14) = 0,34 \, \%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,14 + (0,05/5) + (0,17/6) + (1,2/24) + (0,2/14) = 0,243 \, \%.$$

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ19281-73. Сталь 12ДН2ФЛ – для отливок легированная ГОСТ 977-88. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку. Как показывает практика, при сварке стали 14ХГ2САФД подогрев не требуется (при условии четкого соблюдения режимов сварки, температуры окружающего воздуха не ниже +5°C и толщине металла не более 30мм). Все перечисленные условия в предлагаемом проекте соблюдены, поэтому сварку стали 14ХГ2САФД ведем без подогрева.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности[5].

Для сталей 10ХСНД, 12ДН2ФЛ, 14ХГ2САФД рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов $Ar+CO_2$ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами. Выбираем сварку плавящимся электродом в смеси защитного газа ($Ar+CO_2$). Преимущество этого вида сварки перед сваркой под флюсом состоит в том, что сварщик может наблюдать за ходом процесса и горением дуги, которая не закрыта флюсом; не нужны приспособления для подачи и отсоса флюса, усложняющие сварочное оборудование. Так же сварка под флюсом эффективно применяется только при наличии прямых протяженных швов, которые в рассматриваемом изделии отсутствуют.

3.1.3 Выбор вспомогательных материалов

Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08ГСМТ ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки Св-08ГСМТ представлен в таблице 3.7.

Таблица 3.7– Химический состав проволоки Св-08ГСМТ [6].

C	Mn	Si	Ti	S	P	Cr	Ni
				не более			
0,06-0,11	1,0-1,3	0,4-0,7	0,05-0,12	0,025	0,03	0,3	0,3

Свойства металла шва $\sigma_b = 560$ МПа; $\delta = 24$ % [7].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Состав CO₂, в % [7]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °C (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157-79. Состав приведён в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Состав Ar, в % [7]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

3.2 Расчет технологических режимов

Рассчитаем тавровое соединение Т1 – $\nabla 14$ которое показано на рисунке 3.1:

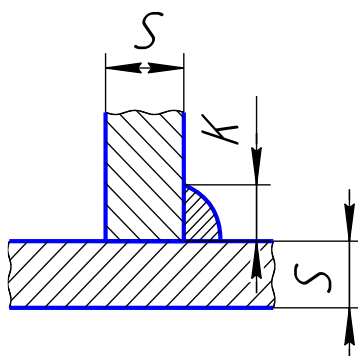


Рисунок 3.1 Тавровое соединение Т1 – $\nabla 14$

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле [8]:

$$d_{\text{ЭП}} = K_d \cdot F_{\text{НН}}^{0,625} \quad (3.2)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{\text{НК}} = 20 \text{ мм}^2$ и $F_{\text{НЗ}} = 40 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла.

Определим общее количество проходов [8]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{F_{\text{НЗ}}} + 1 = \frac{126,6 - 20}{40} + 1 = 3,665. \quad (3.3)$$

Примем $n_{\text{пр}} = 4$.

Уточним площадь $F_{\text{НЗ}}$ с учетом количества проходов:

$$F'_{\text{НЗ}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{n_{\text{по}} - n_{\text{пк}}} = \frac{126,6 - 20}{4 - 1} = 35,5 \text{ мм}^2, \quad (3.4)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{ЭК}}$ и заполняющих $d_{\text{ЭПЗ}}$, при сварке $K_d = 0,149 \dots 0,409$:

$$d_{\text{ЭК}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НК}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм} \quad (3.4)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 35,5^{0,625} = 1,34 \dots 3,81 \text{ мм} \quad (3.5)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

$d_{\text{ЭК}} = 1,6 \text{ мм}$. и $d_{\text{ЭПЗ}} = 1,6 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки корневого и заполняющего проходов [13]:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭК}}^2 + 50,6 d_{\text{ЭК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{20} = 6,26 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.5)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F'_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{35,5} = 3,52 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.6)$$

Принимаем $V_{\text{СК}} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$, $V_{\text{СЗ}} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$.

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [8]:

$$V_{\text{ЭК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭК}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 20}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 66,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 239 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.7)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 35,3}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 58,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 212 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.8)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого и заполняющего проходов при сварке на обратной полярности [13]:

$$I_{\text{СК}}^{(+)} = d_{\text{ЭК}} \left(\sqrt{1450 d_{\text{ЭК}} \cdot V_{\text{ЭК}}} + 145150 - 382 \right) =$$

$$=1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,666,3 + 145150} - 382 \right) = 264 \text{ А}, \quad (3.9)$$

$$I_{C3}^{0(+)} = d_{\text{ЭПЗ}} \cdot \left(\sqrt{1450 d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) =$$

$$=1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,658,9 + 145150} - 382 \right) = 238 \text{ А}. \quad (3.10)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_c \leq 510 \text{ А}$.

При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{\text{см}}$, $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{\text{ск}} = 264 \cdot 1,12 = 295 \text{ А}.$$

$$I_{\text{сз}} = 238 \cdot 1,15 = 274 \text{ А}.$$

Принимаем $I_c = 280 - 300 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [8]:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c, \quad (3.11)$$

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \cdot 280 = 28 \text{ В},$$

$$U_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \cdot 300 = 29 \text{ В}.$$

Расход защитного газа $\text{Ar} + \text{CO}_2$ для соответствующих проходов [8]:

$$q_{\text{зг}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75}, \quad (3.12)$$

$$q_{\text{згк}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 280^{0,75} = 0,209 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{\text{згз}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 300^{0,75} = 0,216 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные результаты представлены в таблице 3.10:

Таблица 3.10 - Режимы для механизированной сварки основания в $\text{Ar} + \text{CO}_2$

№ шва	Тип шва	$d_{\text{ЭП}}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	Расход газа, л/мин	N
1	T1 – $\nabla 5$	1,2	16-18	100-140	18-19	19,2	11-14	1
2	T1 – $\nabla 8$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	1
3	T1 – $\nabla 12$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	3

Продолжение таблицы 3.10

4	T1 – Δ14	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4
5	T3 – Δ 8	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	1
6	У6	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	3
7	T6	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	8
8	H1 – Δ5	1,2	16-18	100-140	28-29	19,2	11-14	1
9	H1 – Δ14	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4
10	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	2
11		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4
12		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки.

Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_s = 100-300$ А, напряжение сварки $U = 18-30$ В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный полуавтомат Lorch P 3070 [9], его характеристики приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Технические характеристики Lorch P 3070 [9]

Характеристики	Значение
MIG/MAG сварочный ток:	30-400А
MIG/MAG сварка	есть
MIG/MAG ток при ПВ 100%:	260А
MIG/MAG ток при ПВ 60%:	330А
Вес:	126 кг.
Габаритные размеры:	945 x 425 x 720

Продолжения Таблицы 3.11

Диаметр алюминиевой проволоки (min-max):	1,0-1,2мм
Диаметр стальной проволоки (min-max):	0,6-1,2мм
Класс защиты:	IP23
Количество роликов в подающем механизме:	4
Напряжение сети:	3~400, В
Сварочный ток, А	280
Сетевой предохранитель:	35

Аппарат Lorch М 3070 показывает превосходные сварочные свойства полуавтоматической сварки при использовании смеси газа и $Ar+CO_2$.

Промышленный 4-роликовый механизм подачи проволоки показывает отличную работу во время сварки. Концепция управления «Три шага до начала сварки» позволяет задать всего три параметра и начать сварку. На цифровом дисплее сварщик может видеть индикацию сварочного тока и напряжения во время сварки. Инновационная технология горелки Powermaster позволяет дистанционно управлять сваркой прямо с горелки. С ее помощью сварщик может отрегулировать все важные параметры прямо на панели горелки, с нее же можно друг за другом вызывать и программы для сложных деталей. Аппарат возможность дополнительного оснащения горелки Push-Pull и промежуточного привода (в этом случае радиус действия горелки достигает 43 метров.

Lorch Р 3070 поставляется в прочном промышленном корпусе, защищенном от воздействия грязи и пыли. К аппарату можно заказать дополнительно блок водяного охлаждения и удобную тележку для перемещения аппарата по рабочей площадке

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и

закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий. В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед сварочным производством, является автоматизация и механизация производственных процессов изготовления изделий, решение которых повлияет на повышение производительности труда [10].

Для сборки-сварки перекрытия горно-шахтной крепи требуется разработать приспособление, которое обеспечит точное взаимное расположение деталей собираемого изделия.

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

Производственный процесс изготовления перекрытия состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной.

Заготовительную операцию следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку, поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

Сборка должна обеспечить точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними.

С учетом принятого способа сварки, максимальные сборочные зазоры для разных узлов, составляют 0-1 мм.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документации и техническими условиями на сварку. Качество сварного изделия зависит от целого ряда факторов: правильности выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других.

Слесарная операция необходима для зачистки сварочного изделия от брызг расплавленного металла, правки изделия, если это необходимо.

Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей, сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта.

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Управление качеством сварки должно предусматривать контроль всех факторов, от которых зависит качество продукции. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные. Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т. п.

Технологический процесс сборки и сварки перекрытия начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

На листе плакате представлена технологическая схема сборки перекрытия.

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [11].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

При изготовлении перекрытия применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [11].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетометров.

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%;
- неразрушающими методами (радиографированием или ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С до минус 65 °С включительно допускаются внутренние дефекты [11].

Сварные соединения, контролируемые при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует просушить нагревом до полного удаления замерзшей воды.

При изготовлении перекрытия применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального и измерительного контроля:

- простота контроля;
- несложное оборудование;
- малая трудоемкость.

Для ВИК применяются, лупа, линейка и УШС-4.

3.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [12].

Разработка технологических процессов включает:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;

- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [17].

Технологический процесс сборки и сварки перекрытия механизированной крепи начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Изготовление перекрытия механизированной крепи начинается на сборочно-сварочном приспособлении ФЮРА.000001.056.00.000 СБ, на котором

собираются и свариваются проставка поз. 6, кожух поз. 12 (2 шт.), лист нижний поз. 4 и ребра поз. 13 (2 шт.), поз. 14 (2 шт.) и поз. 15 (2 шт.) (операции 010-015). Потом выполняют зачистку сварных швов и контроль (операции 020-025). Затем устанавливается и приваривается накладка поз. 5, скоба грузовая поз. 3 (2 шт.) и бонка поз. 18 (2 шт.) (операции 030-035). Далее выполняется зачистка и контроль (операции 040-050). После полученная сборочная единица отправляется на мехобработку по отдельному ТП (операция 055). Затем сб. ед. снова устанавливается на сборочно-сварочное приспособление, где собираются и свариваются замки поз. 7 (2 шт.), поз. 8 (2 шт.) и поз. 9 (2 шт.) (операции 060-065). После устанавливается и свариваются борта поз. 10 и поз. 11, ребра поз. 16 (6 шт.) и поз. 17 (2 шт.), элемент крепления коммуникаций поз. 2 (операции 070-075). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 080-085).

Описание техпроцесса.

Операция 010 Слесаро-сборочная

1. Зачистить св. соедин. от брызг сварки, срубить наплывы, снять усилие в зоне установки накладок.

2. Установить:-по месту дет. поз. 12 (2 шт.), дет. поз. 6

- по месту дет. поз. 4; ориентировать пазы по прогонам;

- по разметке в р-ры: $144\pm$; 376 ± 2 ; $8\pm 1,8$ дет. поз. 13 (2 шт.); поз. 14 (2 шт.); поз. 15 (2 шт.) с подгонкой.

3. Клеймить клеймом сборщика на поз. 1.

Операция 015 Сварка

1. Прихватить дет. в порядке установки. Количество прихваток - 82.

2. Выполнить швы на поз. 6 по пазам.

3. Клеймить клеймом сборщика на поз. 1.

020 Слесарная

1. Зачистить сварные швы опер. 015 под контроль копийной дефектоскопии.

025 Контроль

По техпроцессу ЦЗЛ.

030 Слесарно-сборочная

1. Разметить: - осевую на сб. ед.;
- осевую на дет. поз. 5.
2. Установить: - на сб. ед. совместив осевые поз. 5; проверить р-ры: 150*; 18±2; 17±2.
- по разметке в р-ры: 720±2; 59±2; 108±2; 10±1,5 дет. поз. 3 (2 шт.) и дет. поз. 18 (2 шт.).

3. Клеймить клеймом сварщика на поз. 5

035 Сварка

1. Прихватить дет. в порядке установки. Количество прихваток - 40.
2. Выполнить предварительный подогрев для швов с пометкой (*)
 $t = 200^{\circ}\text{C}$.

3. Приварить дет. поз. 12 (2 шт.); дет. поз. 6.

4. Клеймить клеймом сварщика на поз. 5

040 Слесарная

1. Зачистить сварные швы под контроль коппилярной дефектоскопии.
Предъявить переход БТК.
2. Срезать четыре распорки техн. Зачистить зону реза.

045 Контроль

По отдельному техпроцессу ЦЗЛ.

050 Контроль

1. Проверить св. соедин. на соответствие требованиям КД и ТД внешним осмотром. Выполнение перех. 1
2. Клеймить клеймом БТК на поз. 7.

055 Обработка резанием

По отдельному ТП.

060 Слесарно-сборочная

1. Установить: - сб. ед. на плите сборочной.
2. Установить на сб. ед. по валу цех. дет. поз. 7 (2 шт.); дет. поз. 8 (2 шт.);
дет. поз. 9 (2 шт.),

Клеймить клеймом сварщика на поз. 5

Вал. цех. (ЦП-1947) $\varnothing 92$ х $\varnothing 90$, Вал. цех. $\varnothing 110/ \varnothing 112$ (ЦП-1946)

065 Сварка

1. Прихватить дет. в порядке установки. Количество прихваток - 12.

ВНИМАНИЕ: на участке 60 ± 2 дет. поз. 8 шов не выполнять.

2. Приварить детали.

3. Клеймить клеймом сборщика на поз. 5.

4. Предъявить сб. ед. БТК.

070 Слесарно-сборочная

1. Зачистить пазы на дет. поз. 7, 8 от брызг сварки, срубить наплывы.

2. Установить по месту дет. поз. 10, поз. 11;

3. По разметке в р-ры: 410 ± 2 ; 126 ± 2 ; 126 ± 2 ; 842 ± 2 установить дет. поз. 16 (6 шт.) и дет. поз. 17 (2 шт.)

4. Установить по месту детю поз. 2.

5. Клеймить клеймом сборщика на поз. 5.

075 Сварка

1. Прихватить дет. в порядке установки. Количество прихваток - 48.

2. Приварить детали.

3. Наплавить клеймо сварщика на поз. 5 $h=50$.

4. Клеймить клеймом сборщика на поз. 5.

080 Слесарная

1. Зачистить сварное соедин. от брызг сварки, срубить наплывы. $l=29$ м.
Маркировать обозначение сб. ед. на дет. поз. 5.

2. Предъявить сб. ед. БТК.

085 Контроль

1. Проверить св. соедин. на соответствие требованиям КД и ТД внешним и измерительным осмотром.

2. Клеймить клеймом БТК на поз. 5.

Технологический процесс производства перекрытия приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [13]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{в.и}. \quad (3.13)$$

где, $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.14)$$

где, T_o – основное время сварки;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n. \quad (3.15)$$

Время сварки для шва №4 ГОСТ 14771-76 T1-14:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{38,4 \cdot 7,85 \cdot 60}{300 \cdot 15} \cdot 3 = 13,39 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010.

1. Зачистка $t_1 = 44,4$ мин.

2. Масса детали поз. 12 (2 шт.) $m_1 = 4,94$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_2 = 0,47 \cdot 2 = 0,94$ мин.; масса детали поз. 6 $m_2 = 23,3$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3 = 1,6$ мин.; масса детали поз. 4 $m_3 = 112,2$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_4 = 1,8$ мин.; масса детали поз. 13 (2 шт.) $m_4 = 2,2$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_5 = 0,4 \cdot 2 = 0,8$ мин.; масса детали поз. 14 (2 шт.) $m_5 = 2,2$ кг; установка детали вручную

на приспособление $t_6 = 0,4 \cdot 2 = 0,8$ мин.; масса детали поз. 15 (2 шт.) $m_6 = 2,2$ кг;
установка детали вручную на приспособление $t_7 = 0,4 \cdot 2 = 0,8$ мин.;

3. Клеймение $t_8 = 2,1$ мин.

$$t_{в.и} = 44,4 + 0,94 + 1,6 + 1,8 + 0,8 + 0,8 + 0,8 + 2,1 = 53,24 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

1. Найдем время на прихватку:

$$1) \quad 0,15 \cdot 82 = 12,3 \text{ мин.,}$$

Клеймение:

$$2) \quad 2,1 \text{ мин.}$$

$$3) \quad t_{в.и} = 12,3 + 2,1 = 14,4 \text{ мин.,}$$

$$4) \quad T_{н.ш-к} = (13,39 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 17,96 \text{ мин.,}$$

$$T_{ш} = 17,96 \cdot 2,44 + 14,4 = 58,22 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления перекрытия

№ опер.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	53,24
015	Сварочная	58,23
020	Слесарная	16,8
025	Контроль	22,1
030	Слесарно-сборочная	7,62
035	Сварочная	269,07
040	Слесарная	88,2
045	Контроль	15,6
050	Контроль	9,1
055	Обработка резанием	-
060	Слесарно-сборочная	7,66
065	Сварочная	20,42
070	Слесарно-сборочная	31,22
075	Сварочная	367,41
080	Слесарная	83,4
085	Контроль	22
Итого:		1072

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \cdot k_o, \quad (3.16)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$;

$$m_M = 2410 \cdot 1,3 = 3133 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ [13]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{НО}, \quad (3.17)$$

где $K_{р.п.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{р.п.} = 1,02 \dots 1,03$; принимаем $K_{р.п.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{н.о.}$ – масса наплавленного металла;

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 37,54 = 42,533 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [13]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_c, \quad (3.18)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа.

$$Q_{з.г.} = 17 \cdot 679,16 = 11545 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [13]:

$$W_{тэ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.19)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{тэ} = W_{тэ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (3.20)$$

где $W_{тэ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 1,24$ руб/кВт·ч;

$$W_{тэ} = \frac{28 \cdot 280 \cdot 1,132}{0,82} + \frac{30 \cdot 300 \cdot 10,187}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{11,319}{0,7} - 11,319 \right) = 122637 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{тэ} = 122,637 \cdot 1,24 = 152,07 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Важной и наиболее эффективной областью в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация сварочных процессов. Особенностью этого производства является резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Сварочные работы по интенсивности труда составляют только 25-30% от общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходится на сборку, транспортировку и разные вспомогательные операции, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, они могут характеризоваться показателем 70-75% всего комплекса цехового оборудования[14].

При изготовлении перекрытия приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.056.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются прижимы и шаблоны. Шаблоны приспособления устанавливаются в установы и фиксируются болтами, в них вставляется борта перекрытия и сверху фиксируются держателями. Держатели закрепляются винтами.

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса требует разработка чертежей плана и разрезов проектируемого цеха. Для этого, прежде всего, необходимо установить состав последнего.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи при полном их составе могут включать следующие отделения и помещения.

Производственные отделения. Заготовительное отделение включает производственные участки: правки и наметки металла, резки, станочной обработки, слесарно-механический и очистки металла. Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся на узловую и общую сборку-сварку, с производственными участками сборки, сварки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения поверхностных покрытий и отделки продукции. Участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки продукции не входят в состав проектируемого сборочно-сварочного цеха, если сваренные в нем конструкции подлежат передаче в механосборочный цех для монтажа механизмов, окончательной сборки, отделки и выпуска изделий завода.

Вспомогательные отделения. Цеховой склад металла с разгрузочно-сортировочной площадкой и участком подготовки металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольным и упакованным отделениями и погрузочной площадкой. Кладовые сварные проволоки, баллоны с защитными газами, инструмента,

приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов. Мастерские: изготовления шаблонов, ремонтная, электромеханическая и другое. Отделения: электромашинное, ацетилено-компрессорное. Цеховые трансформаторные подстанции.

Административно-конторские и бытовые помещения. Контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

Описываемое производство относится к сварочному. Сутью его является сборка и сварка деталей в сборочную единицу.

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [15].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \cdot T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N = 500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-085:

$$T_r = 500 \cdot \frac{53,24 + 58,22 + 16,8 + 22,1 + 7,62 + 269,01 + 88,2 + 15,6 + 9,1 + 7,66 + 20,42}{60} + \frac{31,22 + 367,41 + 83,4 + 22}{60} = 8933 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{8933}{3754} = 2,38,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 3$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{2,38}{3} = 0,79.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 8933 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{8933}{1976} = 4,52. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 5$. В первую смену работает 3 человек, а во вторую смену работает 2 человека.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{8933}{1734} = 5,15. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 6$.

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 2;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [16].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с

контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [16].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

На сварочном участке расположены три сборочно-сварочных приспособления, сварочный полуавтомат Lorch P 3070, перемещение деталей осуществляется кранбалкой $Q = 2$ т и краном мостовым $Q = 5$ т перемещаются готовые изделия.

5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [16].

Для проектируемого участка сборки и сварки перекрытия принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным и поперечным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

6 Финансовый менеджмент

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Разработка технологического процесса изготовления перекрытия допускает различные варианты решения.

Изготавливаемое изделие, перекрытие МКЮ.4У, является одной из основных частей крепи МКЮ.4У. Крепь механизированная МКЮ.4У поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [17]:

$$Z_{\pi} = C + E_n \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд;

E_n – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K – капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление, на котором имеются прижимы и штативы для фиксации свариваемых сборочной единицы.

Применим современное сварочное оборудование производства Германии сварочный полуавтомат Lorch P 3070.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления перекрытия приведены в таблице 3.14.

6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [17]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (6.2)$$

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2020 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [17]

Наименование оборудования	Ц _о , руб
LORCH P 3070 3 шт.	281817

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб.·год
LORCH P 3070 3 шт.	670563
Итого	670563

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [17]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot P_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (6.3)$$

где $K_{\text{пр}j}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

P_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{\text{п}j}$ – коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр} . руб	С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год
Приспособление ФЮРА.000001.056.00.000 СБ	256140	3	609466
ИТОГО			609466

6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое

оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [18]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{oi} \cdot h \cdot \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.4)$$

где S_{oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед.}$

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 134 \text{ м}^2$,

h – высота производственного здания, м , $h = 12 \text{ м}$ [28];

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1 м^3 здания на 01.01.2020 составляет, $\Pi_{зд}=94 \text{ руб/м}^3$.

$$K_{зди} = 124,79 \cdot 12 \cdot 94 = 140763 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб.
LORCH P 3070	151152

6.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [28]:

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot \Pi_m - H_o \cdot \Pi_o \text{ руб./изд.}, \quad (6.5)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг ;

Π_m – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 12ДН2ФЛ, на 01.01.2020, руб./кг :

- для стали 14ХГ2САФД $\Pi_m=40,63 \text{ руб./кг}$, при $m_m = 2246 \cdot 1,3=2919,8 \text{ кг.}$;
- для стали 10ХСНД $\Pi_m=38,75 \text{ руб./кг}$, при $m_m = 28 \cdot 1,3= 36,4 \text{ кг.}$;
- для стали 12ДН2ФЛ 3пс5 $\Pi_m = 28 \text{ руб./кг}$, при $m_m = 136 \cdot 1,3= 176,8 \text{ кг}$;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы

при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [19].

H_0 – норма возвратных отходов, $H_0 = m_m \cdot 0,3 = 2246 \cdot 0,3 + 28 \cdot 0,3 + 136 \cdot 0,3 +$
 $= 723$ кг/шт;

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб/кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_m = 1,04 \cdot (2919,8 \cdot 40,63 + 36,4 \cdot 38,75 + 176,8 \cdot 28) - 723 \cdot 20 =$$
$$= 115532,07 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [20]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд,} \quad (6.6)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:
 $G_d = 37,54$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [20], $k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,
 $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с.} = 78,8$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2020.

$$C_{п.с.предл.} = (37,54 \cdot 78,8) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 3351,57 \text{ руб.}$$

6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [20]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.,} \quad (6.7)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 1,02$ м³/ч.

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [20];

$C_{г.з.}$ – стоимость смеси, м³, $C_{г.з.} = 62,52$ руб./ м³;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 11,32$ ч.

$$C_{з.г.}=1,02 \cdot 1,15 \cdot 62,52 \cdot 11,32 = 828,78 \text{ руб/изд.}$$

6.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (6.8)$$

где TC – тарифная ставка на 01.01.2020, руб., TC – 62,01 руб.;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d=1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр}=1,5$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай}=1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 32,8.

$$C_{з.п.сд} = 62,01 \cdot \frac{10,72}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100} \right) = 3299,4 \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}$$

6.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.всп.р} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot Ч_{врj} \cdot \frac{F_d}{12} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (6.9)$$

где TC – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2020, руб.:

- для слесарей TC – 61,58 руб.;

- для контролер ОТК ТС – 156 руб.;
- для МОП ТС – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

F_d – действительный фонд рабочего времени, $F_d = 1769$ ч;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d=1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр}=1,3$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай}=1,3$;

a_1, a_2, a_3, a_4 – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 61,58 \cdot 2 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 54068,81 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.ОТК} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 68485,99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 24918,36 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.ОТК} + C_{зп.МОП} = 54068,81 + 68485,99 + 24918,36 = (6.10) \\ = 147473,16 \text{ руб.}$$

6.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot \text{Ч}_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.11)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

$\text{Ч}_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $\text{Ч}_{ауп} = 2$ чел.

$$C_{з.п.ауп} = 28865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 1031533,5 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

6.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [20]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o\right), \quad (6.12)$$

где U_c и I_c – электрические параметры режима сварки;

T_o – основное время сварки;

η_u – КПД оборудования, $\eta = 0,82$;

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт;

K_u – коэффициент, учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [20]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot \text{Ц}_э, \quad (6.13)$$

где $\text{Ц}_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $\text{Ц}_э = 5,63$ руб.

Затраты на электроэнергию: $C_{э.с.} = 609,29$ руб.

6.2.9 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [20]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{\text{ЭН}} \cdot k_{тп} \cdot \text{Ц}_{возд}, \text{ руб./изд}, \quad (6.14)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$k_{\text{тп}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{тп}} = 1,15$.

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Pi_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб}/\text{м}^3, \text{ стоимость воздуха на } 01.01.2020 \text{ г.};$$

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

6.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [28]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.15)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [28];

$$a_{hi} = \frac{1}{T_{co}} \cdot 100\%, \text{ руб.}, \quad (6.16)$$

где T_{co} – срок службы оборудования ($T_{co} = 3 \div 12$ лет);

$$a_{hi} = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3 \text{ руб.},$$

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	a_i , %	C_3 , руб/изд.
LORCH P 3070	14,3	229,91

6.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [28]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.17)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [20];

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	С _п , шт.	С _{ап} , руб/ед. год
Приспособление ФЮРА.000001.056.00.000 СБ	256140	3	182,84
ИТОГО			182,84

6.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [20]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\varepsilon} \cdot \omega_{\varepsilon}}{T_{рц}} \cdot \sum \frac{T_{ш}}{K_{вн} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.18)$$

где R_m R_{ε} – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m=0$ [28];

ω – затраты на все виды ремонта;

$T_{рц}$ – длительность ремонтного цикла, $T_{рц}=8000$ ч. [20].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	R_{ε}	ω_{ε}	T, ч	С _р , руб/год.
LORCH M 3070 Power Feed® 44	7	1096	17,87	0,46
Итого:				0,46

6.2.13 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [28]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot \mu_{\text{oi}} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 134 \text{ м}^2$;

$\Pi_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м.}$

$$C_{\text{п}} = \frac{134 \cdot 250}{500} = 67 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.20)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\epsilon_{\text{н}}$ – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\epsilon_{\text{н}} = 0,15 \text{ (руб./ед)/руб.}$ [28];

$K_{\text{у}}$ – удельные капитальные вложения, руб./ ед.год.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\text{г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{и}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.21)$$

где $C_{\text{м}}$ – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{вм}}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд}}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.вс.р}}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{возд.}}$ – затраты на сжатый воздух, руб;

C_z – затраты на амортизацию оборудования, руб;

C_u – затраты на амортизацию приспособлений, руб;

C_p – затраты на ремонт оборудования, руб;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд}}. \quad (6.22)$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 670563 + 609466 + 151152 = 1431182 \text{ руб/изд. год},$$

$$C = 500 \cdot (115532,07 + 3351,57 + 828,78 + 1961,14 + 3299,4 + 609,29 + 0,35 + 229,91 + 182,84 + 0,46 + 67) + 147473,16 \cdot 12 + 1031533,5 = 64852055,97 \text{ руб/изд. год},$$

$$Z_{\text{п}}^2 = 64852055,97 + 0,15 \cdot 1431182 = 65066733,19 \text{ руб/изд. год}.$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	2	3
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	79,3
3	Производственная площадь участка, м ²	134
4	Количество оборудования, шт.	3
5	Списочное количество рабочих, чел.	6
6	Явочное количество рабочих, чел	5
7	Количество рабочих в первую смену, чел	3
8	Количество вспомогательных рабочих	2

Продолжение таблицы 6.8

1	2	3
9	Количество ИТР	1
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Количество приведенных затрат, руб./изд.·год	65066733,19

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплата рабочим, расходы на электроэнергию, амортизация и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы видим следующие цифры:

- капитальные вложения 1431182 руб;
- себестоимость продукции 64852055,97 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 65066733,19 руб.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка перекрытия. При изготовлении перекрытия осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении перекрытия на участке используется следующее оборудование:

- LORCH P 3070 3 шт.
- приспособление сборочно-сварочное

ФЮРА.000001.056.00.000 СБ 3 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, перекрытие МКЮ.4У, является одной из основных частей крепи МКЮ.4У. Крепь механизированная МКЮ.4У поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера. Масса перекрытия составляет 2410 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 10ХСНД, 12ДН2ФЛ, 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси Ar (80 %)+CO₂ (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над

участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 134 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;

- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие

требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 031 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов

(ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также СО₂ до 0,5÷0,6%; СО до 160 мг/м³; окислов азота до

8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [21].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (извести, соды, мышьяка, карбида

кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [22].

На участке сборки и сварки изготовления перекрытия применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [23].

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [24]:

$$L_m = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредных, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [24];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [25]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B=b+0,8 \cdot H=1,68+0,8 \cdot 2,47=3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S=3,6 \cdot 3,66 \cdot 3=13,18 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 13,08 \cdot 0,2 = 39,528 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_M = 142300,8 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 200-20-3,15 с двигателем АИР80А2 3 кВт 1000 об.

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

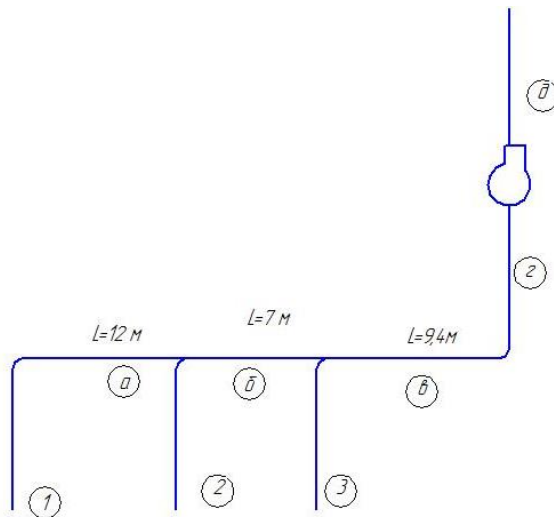


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Определим диаметр воздуховода по формуле [32]:

$$Q=1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{142300,8}{0,2} \right)^{1/2} = 953 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- LORCH P 3070;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [25].

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [25].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на

виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [30].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [35].

4. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

5. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами

управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают пневматические шлифмашинки.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 8 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 4 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин [25].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы,

изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаящие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным

элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация перекрытия на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов.

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки перекрытия ФЮРА.0МКЮ.4У.056.00.000 используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем

покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны.

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки перекрытия предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается .

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих

жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;

- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки перекрытия.

Для сборки-сварки перекрытия применено стационарное сборочно – сварочное приспособление с шаблонами и держателями, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 134 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 79,3 %;

Количество приведенных затрат – 65066733,19 руб./изд.·год.

Список использованных источников

1. Бесконтактное зажигание сварочной дуги - [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/beskontaktnoe-zazhiganie-svarochnoy-dugi-pod-flyusom>
2. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003338>
3. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.
4. Свариваемость металлов - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/manual-arc-welding/251-kons6>
5. Сварные швы и сварные соединения- [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65635a3bc68b4d43a89521306d26_0.html
6. Проволока СВ08Г2С сварочная с низким содержанием углерода- [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.almatpg.ru/spravochniki/provoloka/provoloka-svarochnaya-gost-2246-70.html>
7. Проволока стальная сварочная. технические условия. ГОСТ 2246-70 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.standartov.ru/norma_doc/3/3903/index.htm.
8. Федько В.Т./Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ,» - 1993. – 98 с.
9. Сварочный полуавтомат Lorch P 3000 mobil [Электронный ресурс] – режим доступа :http://rossvar.ru/index.php?route=product/product&product_id=10692
10. Механизация и автоматизация сварочного производства - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.shtorm->

11. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства». - Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.

12. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Новейшие технологии изготовления сварных конструкций. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2006.

13. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.

14. Разработка технологии, проектирование оснастки - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://core.ac.uk/download/pdf/132416958.pdf>

15. Организация экономика управление на предприятиях строительной отрасли - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ivgpu.com/images/docs/ob_universitete/institutyfakultety_kafedry/isi/kafedry/opgkh/publikatsii/opgkh-uup-5.pdf. Дата обращения 15.05.2020

16. Красовский А. И. Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.

17. Определение необходимого количества оборудования - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5306828/page:9/>. Дата обращения 15.05.2020

18. Фонд рабочего времени на 2020 год (Россия) - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ppt.ru/news/142822/>. Дата обращения 15.05.2020

19. Планирование численности рабочего персонала- [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.aup.ru/books/m203/5_4.htm. Дата обращения 15.05.2020

20. Планирование численности рабочего персонала- [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6164942/page:34/>. Дата обращения 15.05.2020

21. Гришагин В.М., Портола В.А., Фарберов В.Я. Охрана труда, безопасность и экологичность проекта. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. –

177.

22. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности: учебное пособие. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 155 с.

23. Русак У. П /промышленная вентиляция: Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГЛТУ, 2011 – 30 с.